

## **Зміна інтенсивності потоку насичення залежно від швидкості проїзду регульованого перехрестя**

**Форнальчик Є.Ю., д-р техн. наук, Могила І.А., Гілевич В.В.**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*79013 Україна, м. Львів, вул. С.Бандери, 32*

Одним з основних параметрів під час розрахунку тривалості світлофорного циклу та його елементів на перехресті є потік насичення. На його інтенсивність впливають багато різних чинників (геометрично-планувальні параметри перехрестя, умови руху, схема пофазного роз'їзду тощо), тому найточніше її можна виміряти безпосередньо на об'єкті дослідження, оскільки. Однак натурні дослідження інтенсивності потоку насичення вимагають значних затрат часу. Тому при проектуванні регульованих перехресть використовують аналітичні методики розрахунку цієї інтенсивності.

Нами розглянуто вітчизняну, канадську та американську методики [1-3]. Всі вони використовують поняття ідеального потоку насичення, причому вітчизняна методика визначає його інтенсивність від ширини смуги руху, канадська пропонує визначати її безпосередньо в місці проектування, а американська використовує фіксоване значення. Інтенсивність ідеального потоку насичення за всіма методиками є в межах 1700-2100 авто/год. Для врахування місцевих умов використовуються коефіцієнти коригування.

Чинники, які впливають на інтенсивність потоку насичення, впливають також і на зміну швидкості транспортного потоку [4]. Але жодна з розглянутих методик розрахунку потоку насичення не враховує швидкості проїзду перехрестя. Хоча в роботі [5] стверджується, що максимальна кількість автомобілів, які можуть проїхати по смузі руху за один цикл за заданої тривалості дозвільного сигналу, залежить від швидкості проїзду перехрестя та часових інтервалів між автомобілями.

Тому нами було проведено дослідження впливу швидкості проїзду регульованого перехрестя на інтенсивність потоку насичення. Швидкість при цьому розглядалась як величина, на яку впливають геометрично-планувальні характеристики перехрестя, умови руху на ньому, стан дорожнього покриття, склад потоку, технічний стан транспортних засобів тощо. Для дослідження вибрано програмний продукт VISSIM, призначений для мікроскопічного моделювання руху автомобілів.

Потік насичення утворюється при роз'їзді черги транспортних засобів на дозвільний сигнал світлофора, і його інтенсивність визначається в перерізі стоп-лінії для однієї смуги руху. Тому для дослідження інтенсивності потоку насичення нами створено модель смуги руху із стоп-лінією (світлофором) та ділянкою малошвидкісного руху.

На перехрестях є різні випадки обмеження швидкості руху (тут обмеження швидкості означає таку швидкість автомобіля, якої він вимушений дотримуватись для забезпечення безпеки руху). Зокрема, швидкість може бути обмежена лише в зоні перехрестя, наприклад, у випадку зміни типу покриття або незадовільного його стану, під час виконання маневру тощо (тип А). Швидкість також може обмежуватись як в межах перехрестя, так і поза ним, наприклад, коли тип покриття або стан проїзної частини погіршується, починаючи від перехрестя (тип Б). Обмеження може виникати також лише за (тип В) або лише до перехрестя (тип Г), а також може бути постійним (тип Д). Ідеальним є випадок, коли швидкість руху на підходах до перехрестя, безпосередньо на ньому і поза ним обмежується лише динамічними властивостями транспортних засобів, рівнем їх технічного стану або Правилами дорожнього руху.

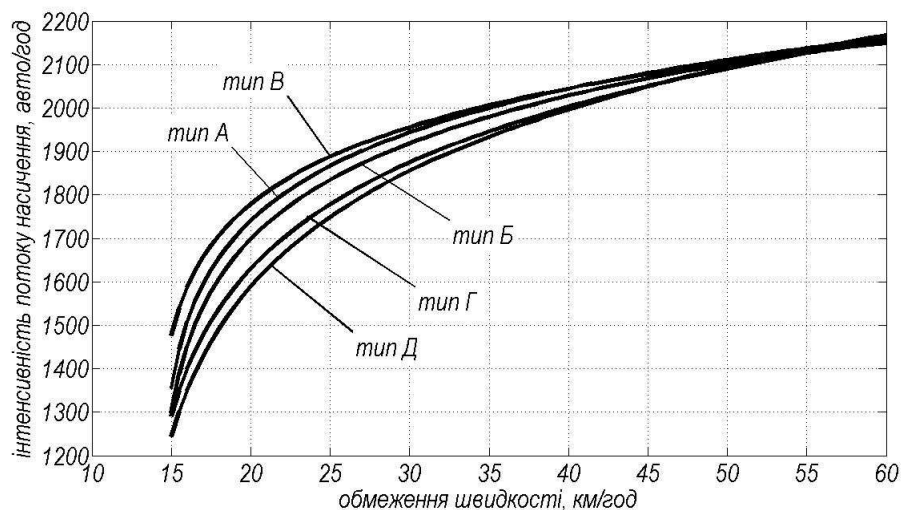
У дослідженні обмеження швидкості змінюються від 15 км/год до 55 км/год з інтервалом 5 км/год. За ідеального випадку ділянка обмеження швидкості відсутня.

Оскільки у середовищі VISSIM немає можливості фіксувати безпосередньо інтенсивність потоку насичення, то фіксувались моменти

ввімкнення дозвільного сигналу та моменти перетину транспортними засобами стоп-лінії із врахуванням типу кожного з них. Попереднє опрацювання результатів моделювання проведено в середовищі MS Office Excel.

Встановлено, що існує залежність інтенсивності потоку насичення від швидкості проїзду перехрестя для усіх розглянутих типів обмеження швидкості. За обмеження швидкості 15 км/год інтенсивність потоку насичення знижується до 1250-1400 авто/год. При збільшенні значення обмеження швидкості руху інтенсивність потоку насичення зростає і за відсутності обмеження досягає 2134 авто/год. Це значення є близьким до інтенсивності ідеального потоку насичення, що використовуються в існуючих методиках.

Регресійний аналіз отриманих результатів проведено в середовищі MATLAB з використанням Curve Fitting Toolbox. Графіки апроксимуючих кривих для всіх типів обмеження швидкості наведено на рисунку, їх рівняння – в таблиці. Отримані рівняння добре описують експериментальні дані, що також підтверджується значенням коефіцієнта кореляції.



Криві зміни інтенсивності потоку насичення за різних випадків обмеження швидкості

Рівняння зміни інтенсивності потоку насичення від швидкості проїзду  
перехрестя

Тип обмеження швидкості	Рівняння	Коефіцієнт кореляції
А	$S = -140800 \cdot v^{1.892} + 2193$	0,9977
Б	$S = -154000 \cdot v^{1.900} + 2187$	0,9933
В	$S = -87720 \cdot v^{1.776} + 2185$	0,9924
Г	$S = -33570 \cdot v^{1.297} + 2300$	0,9978
Д	$S = -32030 \cdot v^{1.244} + 2338$	0,9951

З рисунка видно, що за швидкості проїзду перехрестя 45-60 км/год криві практично збігаються. Проте за малих значень швидкості (15-30 км/год) на інтенсивність потоку насичення впливає також і тип обмеження швидкості. Зокрема, за типу В, коли ділянка обмеження швидкості починається за перехрестям, значення інтенсивності потоку насичення за малих значень швидкості є найбільшим, а за типу Д, коли швидкість обмежена по всій довжині дороги, – найменшим.

Для практичного визначення інтенсивності потоку насичення для будь-якого напрямку на перехресті потрібно встановити тип обмеження швидкості, виміряти середню швидкість автомобілів, що рухаються в цьому напрямку, та за рівняннями, наведеними в таблиці розрахувати інтенсивність потоку насичення.

1. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКИЦ «Академкнига», 2005. – 280 с.

2. Teply S. Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections. Third Edition / S. Teply, D. I. Allingham, D. B. Richardson, B. W. Stephenson. – Toronto: Institute of Transportation Engineers, District 7, 2008. – 230 p.

3. Highway Capacity Manual / Washington: TRB, 2000. – 1134 p.

4. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: ВСН 25-86. – [Введено 1988-01-01]. – М.: Министерство автомобильных дорог РСФСР, 1986. – 140 с.

5. Романов А.Г. Дорожное движение в городах: закономерности и тенденции / А.Г. Романов. – М.: Транспорт, 1984. – 80 с.